Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Harzgänge einiger Coniferen.

Von Dr. **Johann Kreuz.**

(Mit 1 Tafel.)

(Ausgeführt im k. k. pflanzenphysiol. Institute der Prager Universität.)

Obzwar den Untersuchungen über den morphologischen Bau und die Entwicklung der Harzgänge unserer vulgärsten Coniferen nicht gerade grosse Schwierigkeiten sich entgegenstellen, so haben sich doch im Laufe der Zeiten die verschiedensten Meinungen geltend gemacht.

Moldenhawer (Beiträge, p. 160) stellte die Harzgänge als eigenartige, von einer Haut umgebene Gebilde, als harzführende Gefässe hin, Göppert dagegen (de Coniferarum structura anatomica 1841, p. 15) spricht denselben nur in jüngeren Stadien eine Haut zu, die aber später zerreisse und durch Erweiterung der umliegenden Zellen erhielte der Harzgang die Form, in der er sich uns in späteren Stadien präsentirt. Eine wohl am wenigsten stichhältige Erklärung der Entstehung der Harzgänge geben Karsten (Über Entstehung des Harzes, Bot. Zeitg. 1857) und Wigand, indem sie angeben, die Harzgänge entstünden dadurch, dass die Wände gewisser Zellpartien sich in Harz umwandeln und diese Verharzung centrifugal fortschreitend allmälig auch über das umliegende Gewebe sich erstrecke. Die meisten der übrigen Forscher, wie Link (Grundlehren der Anat. und Physiologie d. Pflanzen, 1807, pag. 91—193), Meyen (Phytotomie, p. 191; über Secretionsorgane, p. 18). Mohl (Bot. Ztg. 1859, Nr. 39 u. 40), Dippel (das Mikroskop), Frank (Beiträge zur Pflanzenphysiolog., 118—123), N. Müller (Pringsheim's Jahrbücher, V, pag. 399) und Sanio (Anatom. d. gemeinen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Kiefer, Pringsheim's Jahrbücher, IX. Band), bezeichnen die Harzgänge als Intercellularräume, wohl die einzig richtige, nicht schwer zu begründende Ansicht.

Frank hat nachgewiesen, dass diese harzführenden Intercellulargänge dadurch entstehen, dass sich eine, von den umliegenden Gewebszellen durch Grösse und Gestalt, wohl auch durch ihren Inhalt verschiedene Zelle durch zwei auf einander senkrecht stehende Wände in vier Tochterzellen theilt, diese an dem gemeinschaftlichen Berührungspunkte auseinanderweichen und so einen Kanal bilden, der sich mit Harz füllt und durch nachträgliche weitere Ausbildung zum Harzgange wird. Wenn nun Frank diesen genetischen Vorgang auch im secundären Holze (bei *Pinus sylvestris*) gefunden haben will, so geht er offenbar zu weit; in der Markkrone kann ich allerdings in der Mehrzahl der Fälle Franks Angaben nur bestätigen.

Während also Frank dem nachherigen Harzgange nur eine Mutterzelle zu Grunde legt, lässt ihn N. Müller aus dem Auseinanderweichen von vier Zellen des jeweiligen Gewebes hervorgehen. Die weitere Ausbildung des Harzganges erklärt Meyen dadurch, dass jene Zellen, welche sich hinter den anfänglich den Harzgang auskleidenden befinden, hervortreten. Diese Ansicht wurde durch Mohl und viele andere Forscher widerlegt, indem sie nachwiesen, dass die Erweiterung des Harzganges nur durch Theilung der ihn auskleidenden Zellen bewerkstelligt werde.

I. Die Harzgänge der Rinde.

Macht man durch einen vorjährigen Trieb von *Pinus sylvestris* einen Querschnitt, so sieht man sofort auf der Schnittfläche in der Rinde Harztröpfchen hervorquellen, die in einem Kranze geordnet sind, der parallel verläuft mit der Epidermis des Axentheiles. Die Harzgänge, denen diese Tröpfchen von Harz entquollen sind, befinden sich in einer genauen Anordnung und stehen in genauer Beziehung zu den Kurztrieben, welche die Nadeln tragen. Durch successive Querschnitte kann man sich leicht überzeugen, dass die Harzgänge den Axentrieb seiner ganzen Länge nach durchziehen, und dass immer je zwei von denselben an dem Fibrovasalstrang vorbeistreichen, der in den

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Kurztrieb eintritt; ich will diese Gänge „Hauptgänge" nennen, (Fig. 3, I und II; Fig. 2, I) oder sie auch als „primäre Kanäle" bezeichnen. Diese primären Kanäle entsenden nun wieder in den Kurztrieb je einen Kanal (Fig. 2, *a*; Fig. 3 u. 4, *a* und *a'*), der seinerseits wieder je einen Zweig in das nun vertrocknete Blattgebilde entsendet (Fig. 2, *b*; Fig. 3, *b* und *b'*), in dessen Axel der Kurztrieb hervorgesprossen. Ausser den Zweigkanälen *a* und *a'* enthält der Kurzbetrieb noch zwei kürzere, stammwärts correspondirend verlaufende und an beiden Enden blind endigende Kanäle (Fig. 2, *c*; Fig. 4, *c* und *c'*) und einen, wohl manchmal auch zwei ähnliche, welche zwischen den Kanälen *a* und *a'* (Fig. 4, *d*) gelagert sind. Die Kanäle *aa'*, *bb'*, *cc'* und *d* bezeichne ich in ihrer Gesammtheit als „Nebenkanäle" und stelle ich *aa'* als „secundäre", *bb'* als „tertiäre", *cc'* und *d* als „accessorische" Kanäle den „primären" oder „Hauptkanälen" I und II gegenüber. Die secundären (*aa'*), sowie die accessorischen Kanäle (*cc'* und *d*) durchziehen den Kurztrieb seiner ganzen Länge nach, endigen unterhalb der Ansatzstellen der Nadeln, treten also in die Nadeln selbst nicht ein.

Ich habe schon einmal erwähnt, dass die Hauptgänge zu den Kurztrieben, bezüglich ihres Verlaufes, in genauer Beziehung stehen. Fassen wir nun einen von den in Fig. 1 gezeichneten, etwa den mit der Ziffer 6 markirten Hauptkanal ins Auge, so sehen wir, dass er in der untersten Partie entsprechend der rechten Hälfte des Kurztriebpolsters X verläuft, in den Kurztrieb den secundären Kanal *a'* abgibt und weiter aufwärts entsprechend der linken Polsterhälfte von VIII seinen Lauf nimmt, in den Kurztrieb den Kanal *a* abzweigt, noch weiter aufwärts zur rechtsseitigen Hälfte des Triebpolsters III hinzieht etc. Es durchzieht also auf diese Weise ein und derselbe Harzkanal keineswegs ein und dieselbe Verticalreihe von Triebpolstern, sondern immer nur je zwei Glieder derselben, von der linksseitigen Hälfte des einen zur rechtsseitigen des nächst höheren übertretend, um über diese hinaus der linksseitigen Hälfte eines Polsters der nächst rechten Verticalreihe correspondirend zu verlaufen u. s. w.; auf diesem Wege gibt der Hauptkanal abwechselnd rechts und links die secundären Kanäle *a* und *a'* in die Kurztriebe ab. Aus dem Gesagten geht

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

also hervor, dass die Hauptcanäle keineswegs das Axenorgan parallel mit dessen Hauptaxe durchziehen, sondern in einer sehr steilen Spirale von links nach rechts aufsteigen.

Ähnlich gestalten sich die Verhältnisse bei *Abies pectinata* und *Abies excelsa*; während jedoch bei *Pinus sylvestris* die Abzweigung der secundären Canäle *a* und *a'* in den Kurzbetrieb so ziemlich in der Höhe der Insertionsstelle desselben beginnt, zweigen sich dieselben bei Tanne und Fichte schon tief unten, beinahe am untersten Ende des Nadelpolsters ab und folgen demselben bis nahe zur Insertionsstelle der Nadel; eine Abzweigung tertiärer Canäle unterbleibt vollständig.

Will man bei *Pinus sylvestris* die Entwicklung der Harzgänge in der Rinde verfolgen, so ist es wohl am besten, die Winterknospen herzunehmen und selbe durch möglichst zarte Querschnitte vom Vegetationskegel aus zu zerlegen. Etwa in der Region, wo die Fibrovasalstränge aus dem Urgewebe sich hervorzubilden beginnen, trifft man in dem Rindenparenchym regelmässig vertheilt Zellen, die in tangentialer Richtung etwas gedehnt, dichter mit feinkörnigem Protoplasma gefüllt und auch durch ihre Grösse von den übrigen Rindenparenchymzellen verschieden sind. Der Zellkern dieser Zellen theilt sich später in tangentialer Richtung, die Theilkerne rücken in der Richtung des Radius auseinander und nun tritt zwischen beiden eine Tangentialwand auf, die Mutterzelle hat sich in zwei Tochterzellen getheilt (Fig. 5); schon nach der Theilung des Zellkernes tritt hie und da in den Rindenzellen Chlorophyll auf; die unmittelbar die Mutterzelle umgebenden Zellen beginnen sich durch Wände zu theilen, welche mehr weniger senkrecht stehen zur Mutterzellenwand, sie bleiben chlorophyllfrei, füllen sich immer dichter mit Protoplasma und werden mehr und mehr in Beziehung zur Mutterzelle tangential gedehnt, wobei ihre Wände sich augenscheinlich allmälig verdicken, wogegen die nächste Schichte von Parenchymzellen meist schon bedeutend tiefer ergrünt ist als das übrige Rindenparenchym. Fast unmittelbar nach dem Auftreten der Theilungswand sieht man auch schon in den beiden Tochterzellen statt des einen, zwei Zellkerne (Fig. 5) und in jeder derselben tritt eine neue Wand auf, die auf der früheren senkrecht gestellt erscheint. Jetzt sind die

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Bedingungen für die Bildung des Harzganges erfüllt. Die Theilung der aus der Mutterzelle hervorgegangenen beiden Tochterzellen *a* und *b* (Fig. 5) kann entweder gleichzeitig oder nach einander erfolgen; im letzteren Falle sah ich immer die nach dem Marke hin gelegene Zelle sich zuerst theilen.

Ich kann der Angabe Frank's, dass das Rindenparenchym sich erst nach dem Auftreten der Harzkanäle mit Chlorophyll fülle, noch weniger aber der Dippel's beitreten, welcher sagt, dass aus den vier Tochterzellen das Chlorophyll verschwinde; ist doch schon zur Zeit, wo die Mutterzelle anfängt sich zu theilen im Rindenparenchym Chlorophyll, wenn auch nur spärlich, vorhanden und fand ich anderseits, auch bei der Fichte, in den Tochterzellen ebensowenig als in der Mutterzelle auch nur eine Spur von Chlorophyll.

Sind die vier Tochterzellen einmal ausgebildet, so beginnen ihre Membranen am gemeinschaftlichen Berührungspunkte auseinander zu weichen, es entsteht ein viereckiger Intercellularraum, der jugendliche Harzgang ist fertig und zeigt schon jetzt in seinem Inneren ein Tröpfchen ätherischen Öles; die Bildungszellen (Tochterzellen) nehmen an Umfang immer mehr zu, sie runden sich gegen den Harzgang hin mehr und mehr ab und üben so auf die nächste Zellschichte einen sich immer steigernden Druck aus, wodurch deren Zellen zum Harzgange tangential gedehnt und bei einem gewissen Maximum der Dehnung (etwa bis 0·02634 Mm.) zu lebhafter passiver Theilung durch auf der Dehnungsrichtung senkrecht gestellte Wände veranlasst werden. Weniger häufiger erfolgen in dieser dickwandigen Zellenschicht Theilungen durch Tangentialwände.

Hat der Harzgang eine gewisse Weite erreicht, so beginnen seine Wandzellen sich durch radiär gestellte Wände zu theilen (Fig. 6). Selten tritt der Fall ein, dass noch vor der Trennung der Tochterzellen eine derselben sich theilt und so bei der Spaltung gleich ein fünfeckiger Intercellularraum entsteht; ich habe diesen Fall nur einmal gesehen. In Folge der rasch erfolgenden Theilungen der Wandzellen wird der Harzgang immer weiter, und während er in der jungen Axe der Winterknospe mehr weniger rund, gegen deren Basis hin aber in radiärer Richtung gestreckt erscheint (Fig. 7), beginnt er sich in

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

dem wachsenden jungen Triebe in tangentialer Richtung zu dehnen (Fig. 8). Am Schlusse der Vegetationsperiode hat der Harzgang seine volle Grösse erreicht, die Wandzellen hören auf, sich zu theilen und im dritten, meist schon im zweiten Jahre tritt er in das Reich der Borke über. Auch bei der Fichte tritt später eine Dehnung des Harzganges in tangentialer Richtung ein, bei der Tanne hingegen bleibt er meist rund.

Was die Weite der Harzgänge anbetrifft, so erreicht bei der Kiefer der längste Durchmesser nicht selten die Länge von 0·30291 Mm., der kürzeste 0·17121 Mm.; die beiden Durchmesser der weitesten Harzgänge bei der Fichte betragen 0·113262 Mm. und 0·057948 Mm., während der Durchmesser der Tannenharzgänge bis 0·21072 Mm. lang werden kann.

Beim Untersuchen der Rindenharzgänge bei Fichte und Tanne ist es gut, an die jugendliche Axe sich dann zu machen, wenn selbe die Knospenhülle zu sprengen beginnt, und die bleichgrünen Nadeln aus den braunen Knospendecken hervorlugen; die Axen der Winterknospen enthalten da noch keinerlei Anlagen für den künftigen Harzgang, wenigstens ist es mir nicht geglückt, irgend welche aufzufinden.

Dippel gibt an, dass bei der Fichte in den älteren Harzgängen die zartwandigen Auskleidungszellen resorbirt werden. Bei kräftig vegetirenden Pflanzen habe ich das nun nicht in dem Masse gefunden, um die Resorbtion der Wandzellen als Regel hinstellen zu können; ich würde sogar mit gutem Rechte das Entgegengesetzte behaupten. In noch geringerem Masse tritt eine derartige Resorbtion der Wandzellen bei der Kiefer ein, indem man selbe oft noch da trifft, wo der Harzgang sich bereits in der Borke befindet.

II. Die Harzgänge der Nadeln.

Die Harzgänge in den Nadeln laufen parallel mit der Axe derselben. Die Anzahl der Nadelharzgänge unserer Coniferen ist eine verschiedene. Mag auch die Zahl derselben bei *Pinus sylvestris* eine wenig constante sein, so sind es doch zwei Harzgänge, welche sowohl hier, als auch bei *Abies pectinata* und *Abies excelsa* regelmässig wiederkehren und sich an den

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Blattkanten, das heisst dort, wo Blattober- und Blattunterseite in einander übergehen, befinden, doch mehr zu letzterer als zur ersteren hingerückt erscheinen, also wohl entschieden zur Blattunterseite gerechnet werden müssen. Durch von der Basis der Nadel an genommene Querschnitte kann man sich überzeugen, dass diese Harzgänge (ich will sie ihrer regelmässigen Wiederkehr wegen als „constante" allen übrigen, sonst in der Nadel auftretenden als „inconstanten" gegenüberstellen) keineswegs in gleichen, sondern in ungleichen Höhen entspringen. Während es bei *Abies pectinata* und *Abies excelsa* bei der Ausbildung dieser beiden constanten Harzgänge verbleibt, treten bei *Pinus sylvestris* noch zahlreiche inconstante auf, nicht selten neun bis zehn an der Zahl. Auch diese inconstanten Harzgänge erscheinen nicht gleichzeitig, sondern nach einer gewissen Ordnung; immer sind es die unter der Blattoberseite gelegenen, welche zuletzt auftreten. Nach der Ordnung wie sie entstanden, verschwinden auch die Harzgänge gegen die Nadelspitze hin. Bei *Juniperus communis* ist in der Nadel nur ein einziger Harzgang vorhanden, der entsprechend der Mittelrippe der Blattunterseite verläuft; dem Blatte von *Taxus baccata* fehlen Harzgänge vollständig.

Im Allgemeinen haben die Harzgänge der Nadeln eine mehr weniger rundliche Gestalt und erreichen bei *Pinus sylvestris* einen Durchmesser von 0·09219 Mm., bei *Abies pectinata* 0·1317 Mm. und bei *Abies excelsa* 0·05268 Mm.

Auch Frank hat gefunden, dass sich die Harzgänge in der Nadel von einer Mutterzelle ausgehend aufbauen. Diese Mutterzelle erscheint in dem chlorophyllhaltigen Blattparenchym als farblose, mit stark lichtbrechendem Protoplasma erfüllte Zelle, die sich durch auf einander senkrecht stehende Scheidewände in vier Tochterzellen theilt, welche am gemeinschaftlichen Berührungspunkte auseinanderweichend den Harzgang bilden; es ist also bis nun der Vorgang ganz egal dem in der Rinde. Weiter meint Frank, dass sich die Tochterzellen durch Theilungen bis auf etwa acht vermehren, worauf die Zellen des nächsten Kreises ihr Chlorophyll verlieren und sich mit Verdickungsschichten füllen.

Wenn ich auch mit Frank bezüglich der Entwicklung des Harzganges in den Hauptvorgängen übereinstimme, so

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

fand ich doch Nebenumstände, die mit seinen Angaben durchaus nicht in Einklang zu bringen sind.

Auch ich fand als Grundlage für den werdenden Harzgang eine mit farblosem Protoplasma erfüllte Zelle, die meist ganz von den grossen, stark Chlorophyll führenden Zellen des Blattparenchyms umgeben erscheint. Diese Zelle theilt sich in vier Tochterzellen; noch ehe aber die Spaltung erfolgt, fangen die vier Tochterzellen an sich durch Wände zu theilen, die zur Berührungsaxe tangential gestellt sind und so entsteht nach meiner Beobachtung der nächst äussere Zellenkreis, von dem Frank sagt, dass seine Zellen später das Chlorophyll verlieren und sich mit Verdickungsschichten füllen. Ich konnte trotz aller Mühe nicht finden, dass diese, durch Theilung aus den vier Tochterzellen hervorgegangenen Zellen des nächst äusseren Kreises, in welchem Entwicklungsstadium immer Chlorophyll enthalten.

Sobald es zur Bildung des Harzganges, beziehungsweise zur Spaltung am Berührungspunkte gekommen ist, sind auch die Zellen des nächst äusseren Kreises derart tangential gedehnt worden, dass sie zur Theilung gezwungen, derselben lebhaft durch radiäre Wände Folge leisten, wobei es jedoch noch vorkommt, dass die Tochterzellen, die man jetzt wohl schon als Wandzellen des Harzganges bezeichnen kann, noch einmal durch eine Tangentialwand sich theilen. Bei dem in Fig. 9 abgebildeten Falle hat sich offenbar die ursprüngliche Tochterzelle *a* durch eine Tangentialwand in *a* und $a' + a''$ getheilt; die Tochterzelle wurde grösser, die äussere, aus der Theilung hervorgegangene Zelle $a' + a''$ wurde gedehnt in tangentialer Richtung, dazu trat noch die Bildung des Harzganges und dadurch ein noch grösserer Druck ein, sie sah sich zur Theilung gezwungen und aus derselben gingen die Zellen a' und a'' hervor; während dieses Vorganges hat sich die Zelle *a* nochmals durch eine Tangentialwand getheilt und a''' dem äusseren Zellenkreise hinzugefügt. Ähnlich war der Vorgang bei den Tochterzellen *c* und *d*, wogegen *b* ausnahmsweise keinerlei Theilung vorgenommen.

Die Theilungen der Zellen des äusseren Kreises durch radiäre Wände dauern so lange, als die Wandzellen des Harzganges durch Radialwände sich vermehren. Kommt es vor (und es ist das nicht so selten), dass die Wandzellen sich nur bis zu

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

einer geringen Zahl, etwa sechs bis acht vermehren und in denselben dann jede weitere Theilung sistirt wird, so hört auch die Theilung der Zellen des nächst äusseren Kreises durch radiäre Wände sofort auf und beginnen sich dieselben durch Tangentialwände zu vermehren; wir haben dann in diesem Falle selbstverständlich nicht einen, sondern zwei bis drei Kreise später sich verdickender Zellen, welche den in seiner weiteren Ausbildung frühzeitig stehen gebliebenen Harzgang umlagern. Anders gestalten sich die Verhältnisse dort, wo die Wandzellen bis zu vierzehn und darüber sich vermehren (Fig. 10); hier finden die Zellen des äusseren Kreises wenig Zeit durch Tangentialwände sich zu theilen und ist der Harzgang da einmal fertig, so ist für sie auch schon gewöhnlich die Zeit herangerückt, wo sie zur Verdickung ihrer Wände schreiten müssen, was oft bis zum Schwinden des Zelllumens fortgesetzt wird.

Bei der Tanne und Fichte findet keine Verdickung der Zellen des äusseren Kreises statt, wenigstens nicht in dem Masse wie bei der Kiefer.

III. Harzgänge der Markkrone.

Sanio unterscheidet bei der Bildung der Harzgänge in der Markkrone zwei Fälle. Entweder entsteht der Harzgang zwischen den Tochterzellen einer cambialen Holzzelle, oder er bildet sich zwischen den Holzzellen selbst aus.

Ich habe Gelegenheit gehabt, beide Fälle zu beobachten. Ich habe aber auch den Fall gesehen, wo der Harzgang sich hier auf gleiche Weise hervorbildet, wie in Rinde und Nadel und ohne Zweifel hat Frank, als er die Entwicklung der Harzgänge des Holzes untersuchte, sich vorzugsweise an die Markkrone gehalten und dann die gewonnenen Daten auch für das secundäre Holz gelten lassen; wie Sanio nachgewiesen, war nun das allerdings eine verfehlte Annahme.

Auch in der Markkrone hebt sich die Mutterzelle des Harzganges durch ihre Grösse und ihren protoplasmareichen Inhalt aus den anderen umliegenden cambialen Holzzellen hervor und lässt sich da leicht bestimmen, welcher von den radialen Holzzellenreihen sie angehört. In Fig. 11 ist eine solche Mutterzelle abgebildet, die der Reihe *A—B* angehört. Die Theilung

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

der Mutterzelle erfolgt hier gewöhnlich zuerst durch eine tangentiale und dann durch eine darauf senkrechte radiale Wand. Der weitere Vorgang ist dem in der Rinde völlig gleich, doch ist die Theilung der Wandzellen auf ein bescheideneres Mass herabgedrückt. Manchmal theilt sich hier die Mutterzelle auch nur in drei Zellen, indem nur eine von den beiden, aus der ersten Theilung hervorgegangene Tochterzelle, meist die markwärts gelegene, sich abermals durch eine radiale Wand theilt.

Erklärung der Figuren.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Pinus sylvestris*.

Fig. 1. Rindenpartie von einem vorjährigen Triebe; Vergr. $^4/_1$; zeigt den Verlauf der Hauptkanäle (1, 1; 2, 2; 3, 3; etc.) und der secundären sowie tertiären Kanäle; I bis XI sind die Triebpolster.

„ 2. Längsschnitt durch Nadeln, Kurztrieb und Rinde; *I* = Hauptkanal, *a* = secundärer, *b* = tertiärer, *c* = accessorischer Kanal; *n* = Nadeln, *v* = Vegetationskegel, *k* = Kurztrieb.

„ 3. Querschnitt unterhalb der Insertionsstelle des Kurztriebes; *I, II* Hauptkanäle; *a, a'* secundäre, *b b'* tertiäre Kanäle; *G* = Gefässbündelstrang, welcher in den Kurztrieb einbiegt.

„ 4. Querschnitt durch den Kurztrieb; *aa'* = secundäre, *cc'* und *d* accessorische Kanäle; *G* = Gefässbündelstrang.

„ 5. Mutterzelle des Harzganges der Rinde, die sich durch eine tangentiale Wand in die beiden Tochterzellen *a* und *b* getheilt hat.

„ 6. Junger Harzgang *hg*, dessen Wandzellen sich zu theilen beginnen, während die Zellen der nächst äusseren dickwandigen Zellschichte bereits in lebhafter Theilung sich befinden.

„ 7. Harzgang etwa aus der halben Höhe der Axe der Winterknospe; *h* = Harz.

„ 8. Entwickelter Harzgang aus einem vorjährigen Triebe.

„ 9. In der Entwicklung begriffener Harzgang einer jungen Nadel.

„ 10. Ausgebildeter Harzgang einer ausgewachsenen Nadel.

„ 11. *a* = Mutterzelle eines Harzganges in der Markkrone der Winterknospenaxe; *sp* = Spiralgefässe.

„ 12. Harzgang in der Markkrone eines vorjährigen Triebes, wo die Tochterzellen sich eben spalten; *c* = Cambium, *sp* = Spiralgefässe.

Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Fig 1

Fig 2

Fig 3.

Fig 5

Fig 6

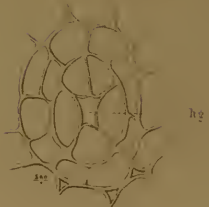

Fig 4

Fig 7.

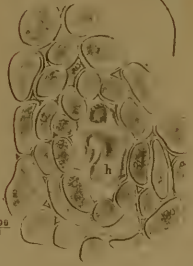

Fig 9

Fig 11

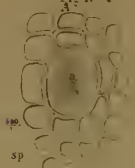

Fig 8

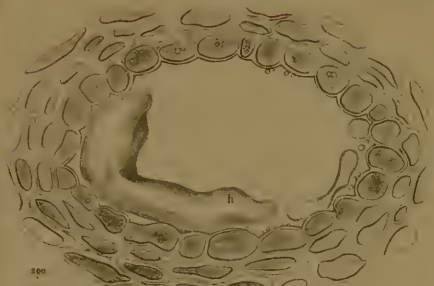

Fig 10

Fig 12